

COMPARING DIFFERENT TYPES OF LIGHT SOURCES

Daniel Janík

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xjanik11@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Marie Havlíková

E-mail: havlika@feec.vutbr.cz

Abstract: This article deals with the choice of an appropriate light source. Nine samples were measured and the results offer a comparison of different light sources and describe their differences. The results furthermore compare given light sources in terms of color rendering of light and luminous efficiency.

Keywords: Light source, LED, bulb, color rendering index

1 ÚVOD

Správný výběr vhodného světelného zdroje je velmi důležitý. Obzvláště v dnešní době velkého rozmachu LED světelných zdrojů je nutné se zaměřit na jeho kvalitu, účinnost, vyzařované spektrum a účel použití. Špatný výběr světelného zdroje může mít negativní vliv nejen na subjektivní podání prostoru, který je daným světelným zdrojem osvětlován, ale může mít vliv i na naše zdraví, na náš zrak a může negativně ovlivňovat procesy v lidském těle, například cirkadiální rytmy. Tento článek ukazuje srovnání několika konkrétních změřených světelných zdrojů různého typu stejnou metodikou měření.

2 MĚŘICÍ METODY A PARAMETRY SVĚTELNÝCH ZDROJŮ

Protože je cílem světelné zdroje porovnávat mezi sebou, bylo nutné stanovit parametry, které jsou měřitelné u všech vzorků měřených světelných zdrojů. Porovnávání bylo prováděno ve dvou oblastech – v oblasti elektrických parametrů a v oblasti světelně technických parametrů. Mezi vybrané elektrické parametry patří napětí U , proud I , činný P , zdánlivý S a jalový Q výkon, účinník $\cos \phi$, power faktor PF , frekvence f , mezi světelně technické pak světelný tok, teplota chromatičnosti, index barevného podání, barevné souřadnice v trichromatické soustavě a spektrum, které světelný zdroj vyzařuje. [2]

2.1 MĚŘENÍ ELEKTRICKÝCH PARAMETRŮ

Pro měření elektrických parametrů byl použit průchozí analyzátor sítě SMP44, KMB SYSTEMS. Jedná se o zařízení určené primárně k analýze a monitoringu přenosových sítí nízkého napětí z hlediska kvality elektrické energie. Zařízení umožňuje měřit v třífázové soustavě, pro případ měření elektrických parametrů světelných zdrojů byla využita pouze jedna fáze. Analyzátor sítě měří a ukládá do paměti každých 5 s U , I , P , Q , S , $\cos \phi$, PF , f a napětí a proud na vyšších harmonických. Pro měření křížových charakteristik světelných zdrojů byl použit průchozí digitální wattmetr HAMEG HM8115-2 a to P , Q , S , U , I , PF [1]

2.2 MĚŘENÍ SVĚTELNĚ TECHNICKÝCH PARAMETRŮ

Pro měření světelně technických parametrů jako světelný tok Φ , teplota chromatičnosti T , index barevného podání R_a , spektra, které světelný zdroj vyzařuje, byl použit kulový integrátor – dutá koule, jejíž vnitřní povrch je natřen bílou, dokonale odrazivou rozptýlnou a barevně neselektivní vrstvou. Světelný zdroj je uzavřen uvnitř kulového integrátoru a světelný tok vycházející z kulového integrátoru je při zanedbání nedokonalostí nulový. Na kulový integrátor je opticky připojen spek-

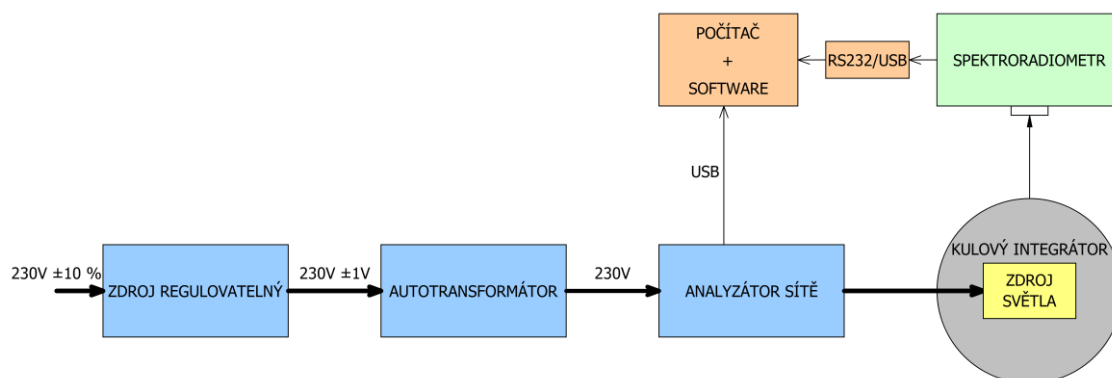
troradiometr CS-1000A Konica Minolta, který měří uvedené světelně technické parametry. Pro měření teploty chromatičnosti lze použít i chromametr, ale spektoradiometr má v tomto případě přesnější výsledky.

2.3 MĚŘICÍ ŘETĚZEC

Světelný tok ϕ je měřen nepřímo, je součinem změřeného jasu spektoradiometrem a konstanty kalibrovaného kulového integrátoru. Podobně jsou měřeny i ostatní světelně technické veličiny spektoradiometrem, který je přes rozhraní RS232 připojen k počítači s ovládacím softwarem. Software ovládá každé jednotlivé měření, případně sekvenci těchto měření a exportuje je do tabulky.

Elektrické parametry zaznamenával v průběhu celého měření v 5s časových intervalech analyzátor sítě SMP44, KMB SYSTEMS, který byl připojen prostřednictvím USB k počítači a pomocí příslušného software ENVIS byl obsah paměti analyzátoru exportován do tabulky MS Excel.

Na začátku celého měřicího řetězce je zařazen regulovatelný digitální zdroj s pevně nastaveným výstupním napětím s přesností napětí ± 1 V. Dále byl pro jemné doladění napětí zařazen autoransformátor, aby do další části řetězce vstupovalo jmenovité napětí U 230V. Celý měřicí řetězec je znázorněn na Obrázku 1.



Obrázek 1: Měřicí řetězec pro měření elektrických a světelně technických parametrů světelných zdrojů.

3 VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ

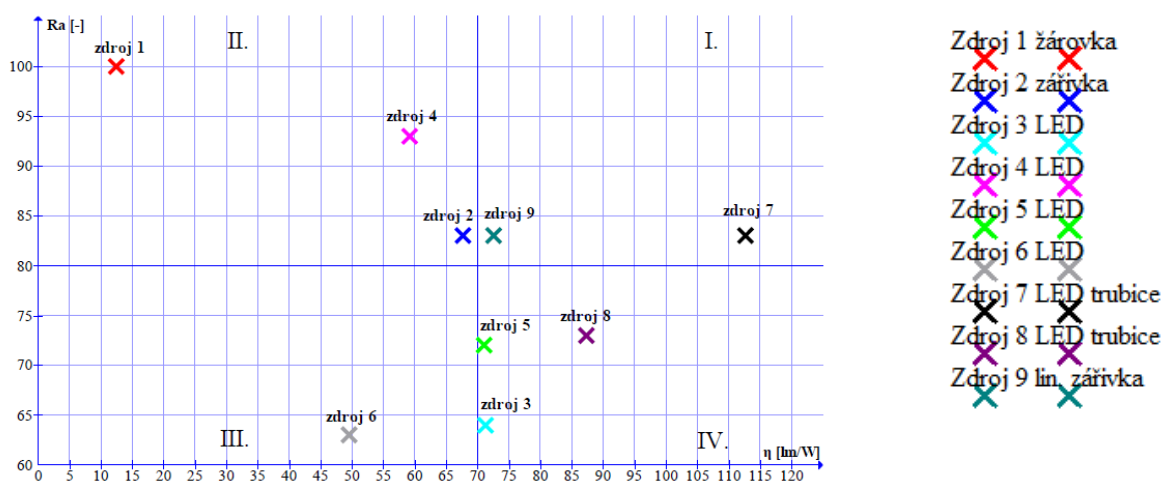
Srovnání naměřených výsledků představuje porovnání LED světelných zdrojů, jakožto možných náhrad starších klasicky používaných světelných zdrojů jako žárovka, kompaktní zářivka a lineární zářivka. Cílem bylo zjistit, jestli jsou LED světelné zdroje srovnatelné s klasicky používanými a jestli jsou na takové úrovni, aby mohly být plnohodnotnou ekvivalentní náhradou klasických světelných zdrojů. V rámci srovnávání bylo proměřeno následujících devět světelných zdrojů:

| | |
|---|-------------------------|
| Zdroj 1 – Klasická žárovka čirá 60W, E27, | |
| Zdroj 2 – Kompaktní zářivka OSRAM 15W, E27, 840 lm | změřeno 13,2 W, 903 lm |
| Zdroj 3 – LED žárovka AFIMO 5W (5x1W COB), E27, 400 lm | změřeno 5,6 W, 396 lm |
| Zdroj 4 – LED žárovka IKEA 11W, E27, 600 lm | změřeno 10,6 W, 367 lm |
| Zdroj 5 – LED žárovka AFIMO 5,5W (1x5,5W MCOB), E27, 500 lm | změřeno 4,8 W, 332 lm |
| Zdroj 6 – LED žárovka TIPa 2,4W, E27 | změřeno 1,9 W, 93,6 lm |
| Zdroj 7 – LED trubice AFIMO vysokosvítivá 20W, T8, 2100 lm | změřeno 20,3 W, 2279 lm |
| Zdroj 8 – LED trubice AFIMO standard 20W, T8, 1800 lm | změřeno 19,7 W, 1718 lm |
| Zdroj 9 – Lineární zářivková trubice OSRAM 36W, T8, 3350 lm | změřeno 44,1 W, 3201 lm |

Světelný tok ϕ se u jednotlivých světelných zdrojů lišil v závislosti na výkonu světelného zdroje, ale mnohem důležitějším parametrem je v tomto případě průběh světelného toku v čase od připojení světelného zdroje k napájecímu napětí do doby, než se světelný tok ustálí na konstantní hodnotě.

U klasických žárovek je tento čas téměř k nulový a je dostupnou technikou v rámci prováděného měření neměřitelný, u zářivek se tato hodnota pohybuje v řádu minut, u LED světelných zdrojů je možné také dosáhnout plného světelného toku téměř ihned, ale postupným zahříváním čipu dochází k mírnému poklesu.

Podle barevných vlastností lze zjednodušeně rozdělit světelné zdroje na studené bílé (s vyšší teplotou chromatičnosti) a teplé bílé (s nižší teplotou chromatičnosti), je to závislé na množství a velikosti jednotlivých složek, zastoupených ve spektru daného světelného zdroje. Při výběru světelného zdroje je rovněž nutné zohlednit index barevného podání Ra. Z důvodů světelné pohody by tato hodnota v obytných prostorách neměla klesnout pod 80, u klasických žárovek je 100, u moderních LED světelných zdrojů se pohybuje okolo 80. Na Obrázku 2 je vidět srovnání měřených světelných zdrojů z pohledu indexu barevného podání a měrného světelného výkonu. Z grafu vyplývá, že nejlépe jsou na tom světelné zdroje spadající do I. kvadrantu, nejhůře potom ty ze III: kvadrantu.



Obrázek 2: Hodnocení světelných zdrojů z pohledu barevného podání a měrného světelného výkonu.

4 ZÁVĚR

Z naměřených výsledků plyne, že nelze jednoduše stanovit nejlepší z měřených vzorků světelných zdrojů. Výběr vhodného světelného zdroje je složitý proces, který je určen především účelem použití světelného zdroje a prostředím, pro které je určen. Je nutné si uvědomit, jestli je od daného světelného zdroje očekávána úspora elektrické energie nebo kvalita vyzařovaného záření (například spojitost spektra) nebo kompromis mezi těmito dvěma extrémami. V oblasti teploty chromatičnosti dosahuje nejlepších výsledků klasická žárovka a žádný jiný z měřených vzorků se jí svým barevným podáním ani nepřibližuje, naopak největší účinnosti dosahují LED světelné zdroje, konkrétně potom v tomto případě LED trubice. Klasická žárovka má účinnost nejhorší.

REFERENCE

- [1] HABEL, Jiří. Světelná technika a osvětlování. 1. vyd. Praha: FCC Public, 1995, 437 s. ISBN 80-901-9850-3.
- [2] SOKANSKÝ, Karel, Tomáš NOVÁK, Marek BÁLSKÝ, Zdeněk BLÁHA, Zbyněk CARBOL, Daniel DIVIŠ, Blahoslav SOCHA, Jaroslav ŠNOBL, Jan ŠUMPICH a Petr ZÁVADA. Světelná technika. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011, 255 s. ISBN 978-80-01-04941-9
- [3] ŽÁK, P. Trendy ve světelných diodách a svítidlech se světelnými diodami. Časopis Světlo. 2010 roč. 12, č. 6, s. 16-18. ISSN 1212-0812.